



TITLE:

Development of a Multi Radiation Type  
Survey Meter Using Aromatic Ring Polymers  
Undoped with Fluorescent Molecules(  
Abstract\_要旨)

AUTHOR(S):

Philip, Long Nguyen

---

CITATION:

Philip, Long Nguyen. Development of a Multi Radiation Type Survey Meter Using Aromatic Ring Polymers Undoped with Fluorescent Molecules. 京都大学, 2016, 博士(農学)

ISSUE DATE:

2016-11-24

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k20066>

RIGHT:

( 続紙 1 )

京都大学	博士（農学）	氏名	Philip Long Nguyen
論文題目	Development of a Multi Radiation Type Survey Meter Using Aromatic Ring Polymers Undoped with Fluorescent Molecules (蛍光剤無添加の芳香環ポリマーを用いた多種類放射線用サーベイメータの開発)		
(論文内容の要旨)			
<p>放射線計測装置は原子力産業をはじめとして、医療や各種産業、研究開発現場など、多くの場所・用途で使用されている。放射線計測装置において放射線を検知する部分、すなわち放射線検出素子には様々なものがあるが、プラスチックシンチレータは、その代表的なものの1つである。現在使われているプラスチックシンチレータは基剤となるプラスチック（ポリマー）に数種類の蛍光剤を添加したものであるが、最近になって多環芳香族を含む一部のプラスチックは、蛍光剤を添加しなくても電離放射線の検出に利用できることが分かってきた。このような蛍光剤無添加の芳香環ポリマーは、安価で可塑性に富み、大きなものを作成できるという利点があるが、実際の測定機器に応用していくには解決すべき点も多い。本論文は、蛍光剤を添加していない3種類の芳香環ポリマーを、放射線測定機器としてもっとも汎用されている放射線サーベイメータの検出素子として使用した場合の特性を明らかにするとともに、実用化する上で解決すべき点について明らかにしたものである。</p> <p>第1章では、現在市販されている放射線検出器の種類や構造について概説し、さらに放射線管理におけるサーベイメータの必要性や重要性について論じている。第2章では、従来用いられてきたプラスチックシンチレータの基剤となっているプラスチック並びに放射線検出素子として使用できる可能性のある3種類の蛍光剤無添加の芳香環ポリマー、すなわちポリエチレンテレフタレート (polyethylene terephthalate, PET)、ポリエチレンナフタレート (polyethylene naphthalate, PEN)、及びポリエーテルサルフォン (polyethersulfone, PES)の化学構造や密度、屈折率などの特性を調べるとともに、放射線検出素子として利用する上での長短所について論じている。</p> <p>第3章では、現在市販されているサーベイメータの放射線検出部の構造を参考にし、今回研究対象とした3種類の芳香環ポリマーの光学的な特性に適していると考えられる構造の検出部を浜松ホトニクス社製の光電子増倍管R7373Aを用いて試作し、サーベイメータの検出部としての性能を調べた。その結果、<sup>90</sup>Srのベータ線を測定対象としたところ、いずれのポリマーでも放射線の検知は可能であった。その際の測定効率率はPENで一番高く、続いてPES、PETの順であることが示された。</p> <p>このようにベータ線に対して実際のサーベイメータに使用できる程度の感度が得られたことから、第4章ではアルファ線への感度を調べ、アルファ線用サーベイメータとして使用する可能性について検討した。試験装置の構造や大きさ、使用する光電子増倍管は第3章で用いたものと同一とし、線源のみを<sup>241</sup>Amに代えて測定を行った。その結果、いずれのポリマーもアルファ線に対して感度を有していて、第3章で明らかにしたベータ線に対する感度と同様に、測定効率はPENで一番高く、続いてPES、PETの順であることが分かった。一般にプラスチックシンチレータでは感度の点からアル</p>			

ファ線の測定は難しく、硫化亜鉛（ZnS）のような無機結晶の素子が用いられているが、今回実験に供したPENであれば十分にアルファ線計測に利用できることが明らかにされた。さらにアルファ線は飛程が短いことから、このアルファ線計測の試験装置を用いて、使用した3種のポリマー板の各部位での測定効率の変化を調べた。その結果、ポリマー板と光電子増倍管の幾何学的な位置関係が同一であるにもかかわらず、PESで位置による測定効率の変化が最も大きく、つづいてPET、PENであることが分かった。

第5章では、第3及び4章で述べた3種のポリマー板に対する測定効率を、プラスチックシンチレータを使用している市販のサーベイメータ（応用光研製、SPS210Z）の検出部における測定効率と比較した。その結果、PENでは市販のプラスチックシンチレータより高い測定効率を得られ、PET及びPESはやや劣っていることが明らかとなった。

以上の結果より、今回研究対象とした3種類の蛍光剤を添加していない多環芳香族ポリマーは、いずれもサーベイメータの検出素子として使用できるが、それらの中ではPENがサーベイメータ用素子として最も適していることが明らかとなった。また、実用化して行く上では、それぞれのポリマーの密度や屈折率、発光波長スペクトラムなどを考慮した検出部をデザインすることが重要であり、適切なデザインを採用することで従来のプラスチックシンチレータを用いたサーベイメータより、より高性能なものが開発できる可能性があるとの結論を得た。

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し  
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(論文審査の結果の要旨)

プラスチックシンチレータは、放射線の計測装置において広く使われている放射線検出素子である。現在は、基剤となるプラスチック（ポリマー）に蛍光物質を添加したものが使われている。最近になって、一般に広く使われているプラスチック素材である多環芳香族ポリマーでは、蛍光物質を添加しない状態であっても電離放射線が入射すると光電子増倍管で検知できるシンチレーション光を発し、放射線計測素子として使用できることが明らかとなってきた。本論文は、このような放射線を検知できる蛍光剤無添加の多環芳香族ポリマーを検出素子として使用し、アルファ線、ベータ線、ならびにガンマ線という多種類の放射線に使用できる放射線サーベイメータの開発に必要な知見を提供したものである。

評価できる点は以下の点である。

1. 先行研究について調査し、化学構造式などから放射線サーベイメータの検出素子として使用することが可能と思われる3種類の多環芳香族ポリマー、すなわち、ポリエチレンテレフタレート (polyethylene terephthalate, PET)、ポリエチレンナフタレート (polyethylene naphthalate, PEN)、及びポリエーテルサルフォン (polyethersulfone, PES)を選び、それぞれについて、実際のサーベイメータに使用した場合の検出効率や位置特性を明らかにして、サーベイメータの開発に必要な知見を提示していること。
2. 試作機を用いた実験、ならびに市販されているサーベイメータの検出部に装着した実験により、素子の部位ごとに測定効率を調べ、現在一般的に用いられているようなシンチレーションサーベイメータの構造を踏襲した場合は、測定効率が高く、部位ごとの測定効率の変動が少ないという点からPENが最も優れていることを見出したこと。
3. 従来のプラスチックシンチレータでは測定が難しいアルファ線の計測において十分な感度を得られることを実証し、アルファ線、ベータ線、ガンマ線などの多種類の放射線の測定に利用できるサーベイメータ開発につながる結果を得たこと。

以上のように、本研究は、蛍光剤無添加の多環芳香族ポリマーを検出素子として使用し、多種類の放射線に対応可能なサーベイメータの開発につながる重要な知見を得るとともに、市販の装置に組み込んでその性能を評価することにより、実用化する上で解決すべき点について明らかにしており、放射線管理学、放射線計測学、環境放射線学に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成28年9月16日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

注) 論文内容の要旨、審査の結果の要旨及び学位論文は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。

ただし、特許申請、雑誌掲載等の関係により、要旨を学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降（学位授与日から3ヶ月以内）